本格的オーディオ・システム構築へ向けて

(18) どんな防振台が有効か

石塚 峻

振動を遮断すると，音はどう変わるか

“振動を遮断するつもり”の製品が現れては消えました．1メートル厚の積層スポンジでさえ，落下の危険性に無理矢理目をつむれば，ハウリングが消えましたから，ある種の振動は遮断できています．

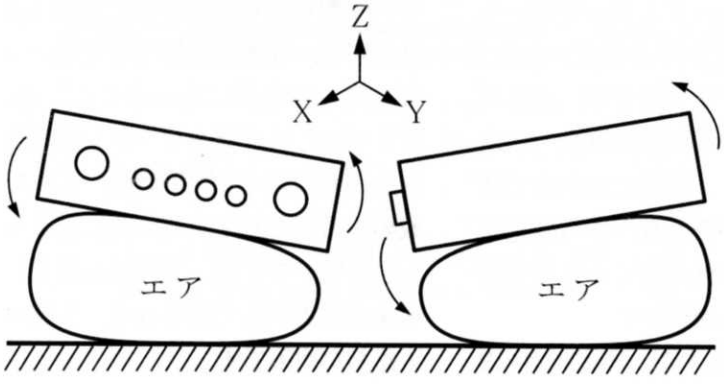
第1図のように，軟質テニス・ボールを4個，ゴム足の代わりに置いても，それなりの防振です．このテニス・ボール防振法は原理的には高価なエア・サスペンション防振台と等価でした．**第2図**の空気バネによる防振台は，振動計測や振動に敏感な光検流計を正確に使うための必需品と自称していましたが，実際には値段ほどの効果はなく，隣の建物で工事などやっていると，ガルバノメータはよくスケールアウトしていました．

私は，物理実験の際，例の“サルマタの紐吊り”で乗り切ることがよくありました．ことほど左様に，単なるクッションでは実効性のある防振はできないものなのです．

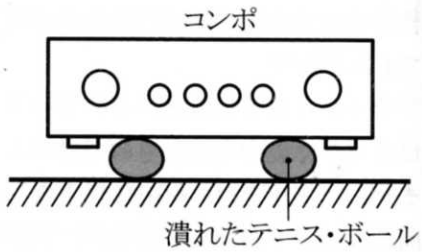
防振のモデルは“2連振り子”だと考えなくてはなりません．ある振動成分を抑えると，別の成分に転化してしまう，という厄介なものです．具体的には，ある直線上で振動していた原振動が回転に変わり，その回転が原振動とは成分の異なる別の直線上で振動してしまうものです．

この点，テニス・ボールやエア・クッションは極めてスティフネスが小さい高性能なバネではありますが，XYZ軸回りに3とおりの回転振動の自由度があります．ハイ・コンプライアンスで感度がよいほど回転しやすいものです．論より証拠，**第3図**のようにガラス板をエア・フロートさせると，摩擦はゼロに限りなく近づきますが，浮いた瞬間に回転運動を開始し，そのあとに直線運動します．

つまり，柔らかなバネでただ支えても，期待どおりの防振となってはくれない，ということです．



〈第2図〉
エア・サスペンションはX, Y, Z軸まわりにも回転する



〈第1図〉これもエア・サスペンション

この点は建築物の地震対策にも関係してくるのですが，束石の代わりにゴムを入れただけではむしろ逆効果，と気づいた建築関係者は“振動の連成”という概念をひねり出しました．こんなことをいわなくても，回転の自由度を持たせなければよいだけです．

エア・サスペンションと“サルマタの紐吊り”を比較すると，エア・サスペンションはXYZ軸回りに回転運動をしやすいものです．一方，“サルマタの紐吊り”はX軸，Y軸回りには事実上回転しませんし，またZ軸回り，すなわち水平回転には大きな抵抗性を持っています．勝負は試験以前に，端から決まっていたわけです(**第4図**)．

では，パチンコ玉(せめてベアリング用のスチール・ボール)を4つ，アンプなどのオーディオ・コンポの下に置くとどうなるか．**第5図**でおわかりのように，水平方向にしか動かない点では“サルマタの紐吊り”と同様のはずですが，これではエア・フロートさせたガラス板と変わりなく，皮肉にも，Z軸回りの水平回転運動

なぜ音が変わるのか

防振が正しく行われるためには，水平面ではX－Yの2自由度が必要ですし，さらに，もう1つの自由度であるZ軸回りの回転，すなわち，スピニングを起こしてはなりません(**第11図**)．バネ性のもので吊っても浮かしても，また，磁気や空気圧による浮上もまずい，というのが前提です．

ところで，この防振によって何が起こるのか，あるいは，何がなくなるのか……．

CDプレーヤの回転系は線速度一定であり，回転数は演奏の開始時点から徐々に減っています．制御は発振器に従っています．

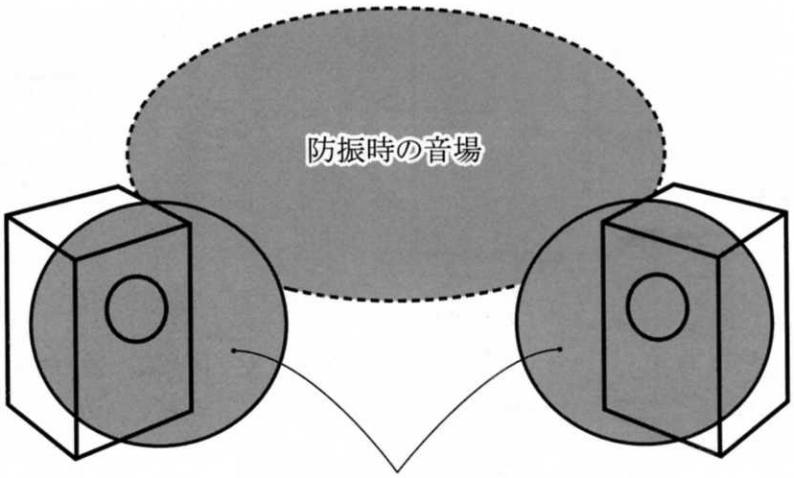
ジャパニーズ・アトラクタと呼ばれる有名な2連振り子のカオス応答は本来，発振器の出力周期が非周期性を持ってしまう困った状態を解明した結果得られたものです．ちなみに，電子工学会においてはカオスの存在は未だにタブー視されているようです．

2連振り子が乱雑なカオス応答を生じるのは自明ですが，発振器もまた，高速ではあっても振り子であり，“支点”に強制振動が与えられると容易にカオスが起こってしまうのです．

このことはCDプレーヤにも当然当てはまり，ディスクの回転が非周期性を持ち，DAコンバータは正しくDA変換をするとは限らない，といえるのです．私は，f0共振によってスピーカが乱雑なカオスの応答を生じてしまうことを，小倉幸一氏のお陰で確かめることができたことを，何度も申し上げてきました．CDのDA変換は，さらに広範囲で乱雑な応答を生じているとしか考えられないのです．そうでなければ，防振によってこれほど音が変わるわけがありません．

CDの応答は無音時にはそれこそ静かなものです．しかし，何らかの出力が出ている，つまり，音があると，その音以外の騒音レベルは決して低くないと考えられます．

SN比の測定は信号のない場合の騒音レベルによって決まりますが，これは無信号時の騒音レベルが有信号時の騒音レベルと変わらないという前提があるからです．しかし，DA変換時の乱雑な応答を認めた場合にはこの前提は崩れてしまいます．音が出ている場合に雑音レベルが有意差をもって上昇するという考えかたは，冗談ではなく，致命的によくない予感がするのです．



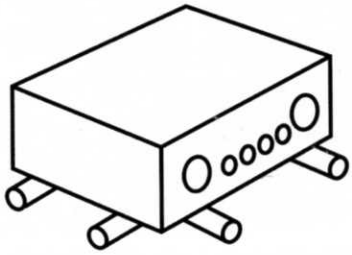
〈第9図〉試作防振台を入れると，音場がこのように変る

アンプの音もよくなるのはなぜか

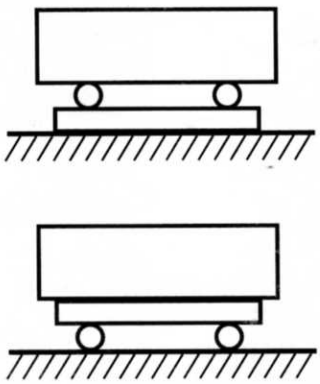
防振台は2台作りましたので，CDプレーヤだけでなく，常用のマランツPM13-S1も防振台に載せてみたところ，これがまた音が変わるのです．それも，アンプのグレードが2～3ランク上がったかのような変化です．真空管アンプならば電極の振動が心配されていて防振の効果というものが直感的にわかりそうですが，PM13-S1は歴としたトランジスタ・アンプです．私の経験では，MX-1も含めてですが，トランジスタ・アンプの方が真空管アンプよりも防振効果が大きかったのです．

実は，この現象は，私にとってすでに経験ずみでした．タマがなくなるということで，トランジスタの研究を始めたところ，作ったアンプはことごとく“サルマタの紐吊り”でコロコロと音が変わる経験をしてい

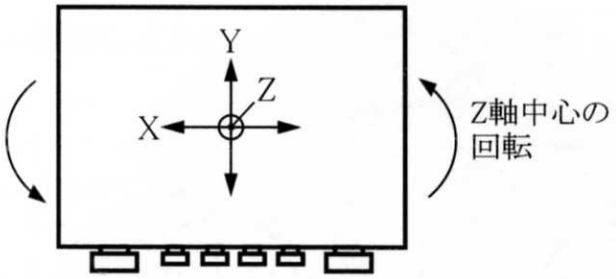
• コロ4本の使いかた



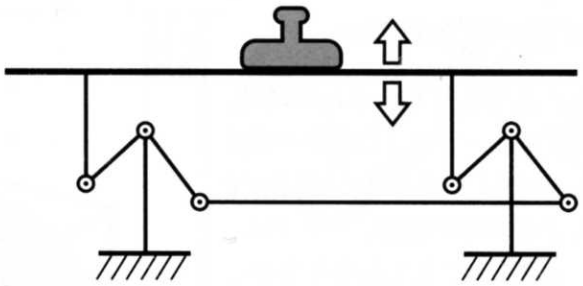
• セッティングの断面



〈第10図〉いちばん簡単なロコ4本の防振．これでも相当の効果がある



〈第11図〉Z軸まわりの回転はダメ



〈第12図〉平行リンクによる近似的な平行運動

たのです.

この体験から，ストレー・キャパシティに目が行き，非線形容量としてのストレー・キャパシティと線形扱いできるディストリビューテッド・キャパシティ（分布容量）とを分別すべきことに考えが及び，これが“トライガード”を考えつくきっかけになりました.

また，非線形素子を扱うには，対称性の維持という“逃げかた”が有効と気付き，こちらは対称巻トランスと差動アンプに行き着くことになりました.

それにしても半導体が少なからぬ圧電性を持っている以上，外部からの振動によっても，大きく電位分布が変化すると考えられ，音が変わってしかるべきです．となれば，防振によって半導体アンプの音が改善されるのは当然，と思われます.

上下動にどう対処するか

重力に対して前後左右の方向が地震を含む振動の本体である，と申し上げました．同様に，重力に沿った上下方向は，地震でいえば，初期微動＝P波である，ともいいました.

微動ではあっても，真っ先に来るのがP波です．オーディオ・ルーム（居間でも台所でも同様）の床を伝わる振動レベルはミリ・オーダーの振幅すらありません．ちなみに，震度3で数ミリの振幅です――あくまで地表でのS波ですが.

ものは試しとばかり，近似ではありますが，垂直動を平行リンクで作りました．100円ショップにあった硬さの足りないテニス・ボールで支えたものです.

平行リンクで近似上下動を作り出す方法は，バネ秤の構造を借用した**第12図**のものです．テニス・ボールは押しバネとして使っているのですが，載せる機器の重量によってスティフネスを変化させねばなりません．これは案外面倒なことです．実際に追試されたかたが結局うまくいかなかったと，投げ出したこともあったくらいです．ユニヴァーサルな垂直防振台は相当難しいもので，計測器用エア・サスペンションも空気圧を微調整する仕組みでした.

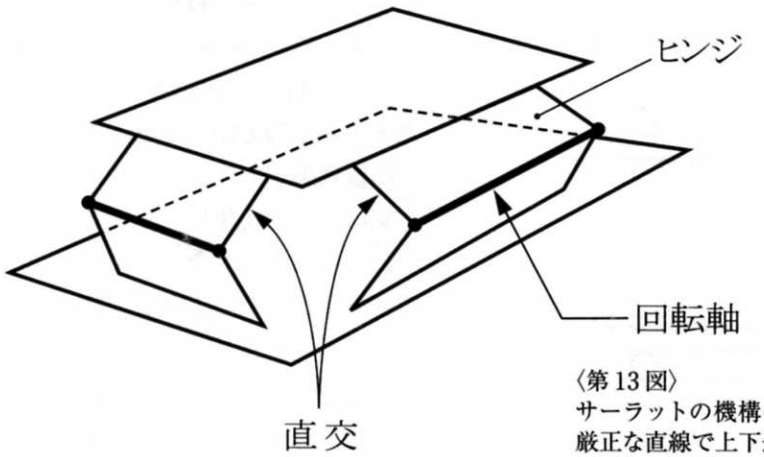
スティフネスの量は後から考えるとして，上下動を厳正に行わせる仕組みを探してみました.

相変わらずの“虎の巻”『メカニズムの事典』（伊藤茂編，理工学社）を当たると，平行運動＝パラレル・モーションは，リンクだけを用いて，幾何学の定義に適する直線を描くための機構であって，平面を上下させる目的ではなかったことがわかります．なお，ポーセリエ・セルと呼ばれる1864年の発明は，直線を描くための機械として博物館にあります．日本ではそれ以前から，墨壺でたやすく直線を素早く引いていました.

しかしながら，ポーセリエに先立つ1853年に，実用性はなかったものの，ヒンジを直交させると垂直に平行運動をするというサーラットの発明（**第13図**）がありました．これは使えると直感しました．スピーカのダンパにも応用できる，と考えています.

2006年に発表した3軸防振台の試作実験時には，現物合わせでボールの潰れかたを目視して，“まあ，こんなものだろう”と考えたのです．平行リンクによる近似上下動なのですから．結果は，思った以上に上下動は音を変えている，とわかりました.

では，3軸防振台をどうやって作るか，これがつぎのテーマです.



〈第13図〉
サーラットの機構のスケッチ．
厳正な直線で上下運動する